

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Вычислительные системы»**

Направление подготовки магистров – 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) – Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем

Типы задач профессиональной деятельности – производственно-технологический, проектный, научно-исследовательский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий  
Кафедра «Электронные вычислительные машины»

Тверь 2019

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы:  
профессор, д.т.н.

О.Л. Ахремчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭВМ  
« 06 » марта 2019 г., протокол № 4 .

Заведующий кафедрой

А.Р. Хабаров

Согласовано:

Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цель и задачи дисциплины**

**Целью** изучения дисциплины «Вычислительные системы» является приобретение знаний и получение навыков по архитектуре, методам разработки и тестирования аппаратного, алгоритмического и программного обеспечений вычислительных систем.

**Основными задачами** дисциплины являются:

изучение архитектуры, топологии и методов программирования вычислительных систем;

формирование умений и навыков по разработке аппаратных и программных ресурсов информационных и автоматизированных систем;

формирование умений и навыков по разработке алгоритмического обеспечения информационных и автоматизированных систем;

формирование умений и навыков по разработке компонентов систем обработки информации и автоматизированного проектирования;

формирование умений и навыков разработки и применения моделей вычислительных задач и многопроцессорных вычислительных систем;

формирование умений и навыков выбора критериев оценки эффективности и сравнительной оценки вычислительных систем;

формирование умений и навыков по реализации и тестированию методов параллельной обработки данных в вычислительных системах.

## **2. Место дисциплины в образовательной программе**

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания, умения и навыки, полученные студентами при изучении дисциплин «Технологии разработки программного обеспечения», «Интеграция программного обеспечения».

Приобретенные знания и умения в рамках данной дисциплины необходимы при изучении дисциплин «Технологии автоматизации сборки и настройки программного обеспечения», «Тестирование и верификация программного обеспечения», «Разработка программного обеспечения распределенных систем обработки данных» в ходе научно-исследовательской работы, преддипломной практики, при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

**Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:**

**УК-2.** Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.

**Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:**

ИУК-2.1. Участвует в формировании структуры (стадий и этапов) жизненного цикла изделия.

**Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:**

**Знать:**

31.1. Виды архитектур и топологий вычислительных систем.

31.2. Методы построения моделей вычислительных систем и задач.

31.3. Модели вычислительных задач и систем.

**Уметь:**

У1.1. Формировать структуру (стадии и этапы) жизненного цикла многопроцессорной вычислительной системы.

У1.2. Планировать решение вычислительных задач в многопроцессорной системе при управлении проектом на всех стадиях жизненного цикла.

**ОПК-5.** Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем.

**Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:**

ИОПК-5.1. Выбирает методы проектирования системы в соответствии с требованиями технического задания по критериям стоимости, производительности, надежности и качества.

**Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:**

**Знать:**

32.1. Показатели оценки эффективности решения вычислительной задачи.

32.2. Методы и показатели оценки сложности решения вычислительной задачи.

3.2.3. Показатели надежности функционирования вычислительной системы.

**Уметь:**

У2.1. Формировать множество свойств вычислительной системы, рассчитывать оценки свойств и использовать их при решении многокритериальных задач при разработке вычислительных систем.

У2.2. Осуществлять сравнительный анализ и выбор метода проектирования вычислительной системы с учетом набора свойств.

**ОПК-6.** Способен разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования.

**Индикатор компетенции, закреплённый за дисциплиной в ОХОП:**

ИОПК-6.1. Выбирает способы спецификации архитектуры системы и ее отдельных элементов, использует средства высокоуровневого моделирования и верификации систем

**Показатели оценивания индикатора достижения компетенции:**

**Знать:**

33.1. Методы, стандарты и средства распараллеливания операций при решении вычислительных задач.

33.2. Средства высокоуровневого моделирования и верификации систем при использовании методов параллельного программирования.

**Уметь:**

У3.1. Применять методы построения моделей и моделирования при управлении решением вычислительной задачи с использованием многопроцессорной вычислительной системы.

У3.2. Применять ресурсы вычислительных систем коллективного пользования при реализации алгоритма решения вычислительной задачи.

У3.3. Разрабатывать и применять компоненты информационного и алгоритмического обеспечений программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования.

У3.4. Разрабатывать компоненты программного обеспечения программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования.

### 3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, лабораторных работ, самостоятельная работа и выполнение курсовой работы под руководством преподавателя.

## 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	4	144
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		
В том числе:		
Лекции		24
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		24
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		60+36 (экз.)
В том числе:		
Курсовая работа		20
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины - подготовка к защите лабораторных работ		16 24
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз.)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1 Структура дисциплины

Таблица 2. Модули (разделы) дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лек-ции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Архитектура и показатели эффективности вычислительных систем (ВС)	24	4	-	4	16
2	Модели вычислительных задач	28	4	-	4	20
3	Модели и реализация многопроцессорных и многомашинных ВС	32	6	-	6	20
4	Информационное и алгоритмическое обеспечения решения задач при использовании технологии параллельных вычислений	32	6		6	20
5	Программное обеспечение решения задач при использовании технологии параллельных вычислений	28	4	-	4	20
Всего на дисциплину		144	24	-	24	60+36 (экз.)

### 5.2 Содержание учебно-образовательных модулей

#### **МОДУЛЬ 1. Архитектура и показатели эффективности ВС**

История развития ВС. Архитектура и топология ВС. Классификация и сравнение архитектур ВС. Систематика Флинна. Суперскалярная архитектура процессора. VLIW архитектуры: IA-64 (Itanium) и ELBRUS (Эльбрус). Стадии конвейера, регистры и кеш процессоров Itanium. Свойства ВС. Вычислительные кластеры. Примеры ВС и кластеров. Факторы повышения эффективности ВС. Параллелизм выполнения операций в ВС. Способы организации параллелизма. Надежность ВС.

#### **МОДУЛЬ 2. Модели вычислительных задач**

Графовые модели решения вычислительных задач. Примеры ориентированных графов задачи нахождения суммы последовательности числовых значений. Модель задачи умножения вектора на матрицу. Модель задачи произведения матриц. Графовая модель задачи вычисления произведения матриц. Методы нахождения решения системы линейных дифференциальных уравнений. Распараллеливание задачи численного интегрирования. Законы

определения ускорения вычислительного процесса на кластере. Организация вычислений в линейной систолической структуре. Базовая модель вычислений на MIMD-системе.

### **МОДУЛЬ 3. Модели и реализация многопроцессорных и многомашинных вычислительных систем**

Работа с памятью в ВС. СОМА– память. NUMA – память. Эффективность работы с кеш-памятью. Теоретико-множественная модель ВС с распределенной памятью. Задача реализации параллельных вычислительных процессов на нескольких одноядерных процессорах. Коммуникационные среды ВС. Структура управляющей подсистемы ВС. Процессорные элементы в матричных системах. Сравнение времени вычисления результатов произведения матриц при разном числе параллельных ветвей. Параметры оценки производительности ВС. Законы Амдала, Густафсона-Барсиса, Сана-Ная для расчета производительности вычислительной системы. Метрика Карпа–Флэтта. Расчет значения показателей параллельных вычислений. Методы геометрического и конвейерного параллелизма.

### **МОДУЛЬ 4. Информационное и алгоритмическое обеспечения решения задач при использовании технологии параллельных вычислений**

Способы обращения к памяти. Алгоритмы работы с памятью. Стандарт MPI (Message Passing Interface). Примеры систем класса SIMD (векторные, матричные, ассоциативные и систолические ВС) для реализации технологии MPI. Подходы к параллельному программированию. Алгоритмическое обеспечение распараллеливания операций при решении задачи вычисления произведения матриц. Распараллеливание вычислений с использованием стандарта OpenMP. Роль пользователя в определении свойств параллельности в алгоритмах вычислений при использовании OpenMP и MPI. Операционный подход к определению связи частей алгоритма вычислений. Алгоритмическое обеспечение планирования решения задач в ВС. Оценка вычислительной сложности алгоритма решения задачи в ВС.

### **МОДУЛЬ 5. Программное обеспечение решения задач при использовании технологии параллельных вычислений**

Использование специальных директив и функций стандарта OpenMP при параллельном программировании. Варианты синхронизации участков программы. Замер времени выполнения вычислительных операций. Ассоциативные ВС. Программное обеспечение для оценки узких мест в производительности ВС и создания высокопроизводительных параллельных приложений. Установка, администрирование и текущее обслуживание высокопроизводительных ВС с помощью программных решений OpenHPC с открытым программным кодом. Расчет производительности вычислительной задачи при использовании выбранных топологии системы и программного обеспечения.

### 5.3. Лабораторные работы

Таблица 3. Тематика, форма лабораторных работ (ЛР) и их трудоемкость

Модули. Цели ЛР	Примерная тематика работ и форма их проведения	Трудоемкость в часах
<b>Модуль 1</b> <b>Цель:</b> сформировать навыки построения и оценки кортежа свойств вычислительного кластера и построение модели его топологии	Состав и архитектура распределенной вычислительной системы на примере вычислительного кластера	2
	Определение производительности процессоров серверов вычислительной системы на тестовых программах	2
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> сформировать навыки построения моделей вычислительных задач	Оценка временных характеристик ВС с использованием объектно-событийной и стохастической сетевой моделей	2
	Оценка вычислительной сложности алгоритма с использованием сетевой модели	2
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> сформировать навыки применения ресурсов ВС коллективного пользования при реализации алгоритма решения вычислительной задачи	Организация вычислений на платформе VOINC	2
	Решение системы линейных алгебраических уравнений в ВС	2
	Распараллеливание задачи численного интегрирования в ВС	2
<b>Модуль 4</b> <b>Цель:</b> получение навыков разработки и применения информационного и алгоритмического обеспечений ВС	Увеличение производительности алгоритма планирования задач в ВС за счет учета топологии ВС и многопроцессорности	2
	Реализация параллельных вычислительных процессов в системе с распределённой памятью типа NUMA	2
	Исследование алгоритма построения расписания решения задач (планирования) в многопроцессорной ВС	2
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> получение навыков разработки и применения программного обеспечения ВС	Организация параллельных вычислений по стандарту MPI (Message Passing Interface)	2
	Организация параллельных вычислений с использованием стандарта OpenMP (Open Multi-Processing)	2



## **5.4. Практические занятия**

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **6.2 Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам, текущему контролю успеваемости, экзамену; выполнении курсовой работы.

При защите лабораторной работы студент показывает отчёт о выполненной работе. Докладывает и аргументированно защищает результаты выполненной работы, отвечая при этом на вопросы преподавателя, убеждая его в том, что работа выполнена верно, цели работы полностью достигнуты.

В случае пропуска занятия студент должен взять тематику занятия и задание на лабораторную работу у преподавателя, изучить и отработать материал в часы самостоятельной работы: написать конспект пропущенной лекции и выполнить лабораторную работу.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература по дисциплине**

1. Замятина, О.М. Вычислительные системы. Сети и телекоммуникации. Моделирование сетей : учеб. пособие для магистратуры по направлению «Информатика и вычислительная техника» / О.М. Замятина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. - Москва : Юрайт, 2016. - (Университеты России). - ЭБС Юрайт. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9916-6531-5. - (ID=100234-0)

2. Орлов, С.А. Организация ЭВМ и систем : учебник для вузов по направлению подгот. «Информатика и вычислительная техника» / С.А. Орлов, Б.Я. Цилькер. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2011. - 666 с. : ил., табл. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 665 - 672. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-49807-862-5. - (ID=84185-20).

3. Гергель, В.П. Современные языки и технологии параллельного программирования : учебник для вузов по напр. 010400 «Прикладная математика и информатика» и 010300 «Фундам. информатика и информ. Технологии» / В.П. Гергель. - М. : Московский гос. ун-т, 2012. - 408 с. - (Суперкомпьютерное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-211-06380-8. - (ID=95617-28).

## 7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Гергель, В.П. Высокопроизводительные вычисления для многопроцессорных многоядерных систем : учебник по направлениям ВПО 010400 «Прикл. математика и информатика» и 010300 «Фундаментальная информатика и информ. технологии» / В.П. Гергель. - М. : Физматлит : МГУ : Нижегородский гос. ун-т, 2010. - 543 с. - (Суперкомпьютерное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-211-05937-5. - (ID=89644-33).

2. Мелехин, В.Ф. Вычислительные машины, системы и сети : учебник для вузов : в составе учебно-методического комплекса / В.Ф. Мелехин, Е.Г. Павловский. - 2-е изд. ; стер. - М. : Академия, 2007. - 556 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление) (УМК-У). - Библиогр.: с. 549-551. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7695-4485-9. - (ID=73701-13).

3. Новожилов, О.П. Архитектура ЭВМ и систем : учебное пособие для бакалавров по направлению 230100 «Информатика и вычислительная техника» / О.П. Новожилов. - Москва : Юрайт, 2012. - 527 с. - (Бакалавр). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-9916-1658-4. - (ID=94320-4).

4. Воеводин, В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов: 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности : учебник по направлениям ВПО 010400 «Прикл. математика и информатика» и 010300 «Фундаментальная информатика и информ. технологии» / В.В. Воеводин. - 2-е изд. - М. : МГУ, 2010. - 166 с. - (Суперкомпьютерное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-211-05933-7. - (ID=89647-30).

5. Хорошевский, В.Г. Архитектура вычислительных систем : учебное пособие для вузов по направлению «Информатика и вычислительная техника» / В.Г. Хорошевский. - Москва : Московский гос. техн. ун-т им. Н.Э. Баумана, 2005. - 511 с. : ил. - (Информатика в техническом университете / ред. кол. : И.Б. Федоров (гл. ред.) [и др.]). - Библиогр. : с. 510 - 511. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7038-2654-3. - (ID=57712-2).

6. Инструменты параллельного программирования в системах с общей памятью : учебник по направлениям ВПО 010400 «Прикл. математика и информатика» и 010300 «Фундаментальная информатика и информ. технологии» / К.В. Корняков [и др.]; под ред. В.П. Гергеля. - 2-е изд. ; испр. и доп. - М. : МГУ,

2010. - 266 с. - (Суперкомпьютерное образование). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-211-05931-3. - (ID=89645-29).

### **7.3. Методические материалы**

1. Оценочные средства для курсовой работы по курсу «Вычислительные системы» направление подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, профиль - Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем : в составе учебно-методического комплекса / каф. Электронно-вычислительные машины ; сост. П.В. Быков. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-В). - Сервер. - Текст : электронный. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/124140>. - (ID=124140-0).

2. Кирсанова, А.В. Методические указания к проведению лабораторных работ по курсам «Вычислительные системы и сети» и «Телекоммуникационные системы передачи данных» / А.В. Кирсанова; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь : ТвГТУ, 2013. - 42 с. : ил. - Сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - [б. ц.]. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/98552>. - (ID=98552-2).

3. Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам базовой части профессионального цикла «Сети ЭВМ и телекоммуникации» и «Вычислительные системы, сети и телекоммуникации» направлений подготовки бакалавров 230100 Информатика и вычислительная техника, 230700 Прикладная информатика / сост. Ф.Н. Абу-Абед ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь : ТвГТУ, 2012. - 31 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 15 р. 20 к. - (ID=94412-95).

### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Свободно распространяемое ПО GNU Compiler Collection (GCC).

Intel Parallel Studio: лицензионное соглашение с конечным пользователем (ЛСКП) корпорации Intel для средств разработки программного обеспечения Intel®.

### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

1. Ресурсы: <http://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>

6. Электронная образовательная платформа «Юрайт» (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>.

7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>

8. Информационная система «ТЕХНОРМАТИВ». Конфигурация «МАКСИМУМ»: сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (ID=105501).

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112575>.

## **8. Материально-техническое обеспечение**

Кафедра электронных вычислительных машин имеет аудитории для проведения лекционных и лабораторных занятий по дисциплине; специализированный учебный класс для проведения компьютерных практикумов и самостоятельной работы, оснащенный современной компьютерной и офисной техникой, необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно-правовой поисковой системой, имеющий безлимитный выход в глобальную сеть.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

### **9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена**

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки и ее значения:

Для показателя «знать» (количественный критерий):

отсутствие знаний – 0 баллов,

наличие знаний – 2 балла.

Для показателя «уметь» (количественный критерий):

отсутствие умения – 0 баллов,

выполняет типовые задания с использованием стандартных алгоритмов – 1 балл,

выполняет усложненные задания на основе оригинальных алгоритмов решения или комбинации стандартных алгоритмов решения – 2 балла.

Критерии оценки за экзамен приводятся в экзаменационном билете.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Форма экзаменационного билета.

Билет соответствует утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО форме. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право

выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;  
верное выполнение задания (решения задачи) не допускает любых погрешностей по существу задания.

5. База заданий, предназначенных для предъявления студентам на экзамене. Студентам предлагается перечень теоретических вопросов, содержащихся в экзаменационных билетах.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Вопросы для уровня «знать»:

1. Систематика вычислительных систем по Флинну.
2. Параллелизм выполнения операций в вычислительных системах.
3. Примеры и сравнительные характеристики гетерогенных вычислительных кластеров.
4. Вычислительные кластеры и суперкомпьютеры. Отличия и назначение.
5. Способы обеспечения параллелизма в вычислительных системах.
6. Использование памяти в вычислительных системах.
7. Задача реализации параллельных вычислительных процессов на нескольких одноядерных процессорах (узлах).
8. Стандарт MPI (Message Passing Interface).
9. Подходы к параллельному программированию.
10. Метрики параллельных вычислений.
11. Выбор архитектуры вычислительной системы.
12. Параметры оценки производительности вычислительной системы.
13. Законы Амдала, Густафсона-Барсиса, Сана-Ная для расчета производительности вычислительной системы.
14. Факторы повышения эффективности вычислительной системы.
15. Варианты синхронизации участков программы при параллельном программировании.
16. Процессорные элементы в матричных системах.
17. Ассоциативные вычислительные системы.
18. Операционный подход к определению связи частей алгоритма вычислений
19. Базовая модель вычислений на MIMD-системе.
20. Метод конвейерного параллелизма.

Вопросы для уровня «уметь»:

1. Определить цели функционирования вычислительной системы для поставленной задачи и показатели, определяющие степень достижения цели.

2. Представить кортеж свойств для заданного вида вычислительной системы и заданного иерархического уровня ее описания.
3. Составить формализованное описание ВС.
4. Оценить распределение нагрузки на многоядерные процессоры при решении вычислительной задачи при использовании стандарта MPI (Message Passing Interface).
5. Разработать алгоритм решения задачи умножения вектора на матрицу с использованием стандарта MPI.
6. Рассчитать значения метрик параллельных вычислений для программы и конфигурации параллельной вычислительной системы.
7. Разработать ориентированный граф решения задачи нахождения суммы последовательности числовых значений.
8. Осуществить выбор архитектуры вычислительной системы из представленного множества типовых архитектур.
9. Произвести расчет оценки производительности вычислительной системы заданной топологии при указанном типе используемого программного обеспечения.
10. Осуществить распараллеливание вычислений при решении представленной задачи с использованием стандарта OpenMP.
11. Разработать программу потоковых операций, в которой каждый поток печатает свой идентификатор, количество потоков всего и строку «Hello World».
12. Разработать программу, в которой объявлен массив из 16000 элементов и инициализирован так, что значение элемента массива равно его порядковому номеру.
13. Разработать программу перемножения больших матриц.
14. Разработать программу, которая читает из файла координаты точек в 3D пространстве (x,y,z) и вычисляет геометрический центр, который есть среднее по x, y и z.
15. Произвести выбор ВС для решения представленной задачи из множества «векторные, матричные, ассоциативные, систолические ВС».
16. Построить граф алгоритма вычислений максимальной координаты вектора-решения системы линейных алгебраических уравнений  $Ax = b$  с левой матрицей порядка n.
17. Разработать алгоритм выполнения параллельных вычислений представленной задачи.
18. Разработать алгоритм передачи значения известной первому процессору величины на все остальные процессоры в системе с распределенной памятью.
19. Разработать алгоритм планирования решения задач в вычислительной системе.
20. Произвести оценку вычислительной сложности алгоритма решения задачи в вычислительной системе.

## **9.2. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме зачёта**

Учебным планом зачёт не предусмотрен.

### 9.3. Оценочные средства промежуточной аттестации в форме курсовой работы

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсовых работ унифицирована для всех обучающихся.

Курсовая работа выполняется по варианту на тему:

«Реализация задачи «ВР» на базе вычислительного кластера с использованием технологии «ВТ».

Вариант «В» задается преподавателем комбинацией задачи из множества «ВР» и технологии из множества «ВТ».

Виды задач «ВР»: матричная арифметика (перемножение матриц); решение системы линейных алгебраических уравнений; линейное программирование; исчисление конечных разностей в одномерных, двумерных и трехмерных случаях; операции быстрого преобразования Фурье; обработка сигналов.

Виды технологии «ВТ»: технология с использованием стандарта MPI, технология с использованием стандарта OpenMP.

Возможно выполнение курсовых работ в виде аналитических записок на темы:

1) Анализ влияния основных компонентов кластеров на производительность системы.

2) Анализ прикладных параллельных программ, разработанных с использованием технологий OpenMP или MPI.

3) Сравнительный анализ построения вычислительных кластеров различными производителями.

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу приведены в таблице 5.

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Модель вычислительной задачи	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
2	Описание и модель вычислительной системы (кластера)	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Алгоритмическое и программное обеспечения решения задачи с использованием технологии параллельных вычислений	Выше базового – 8 Базовый – 4 Ниже базового – 0
4	Определение характеристик эффективности решения задачи	Выше базового – 6 Базовый – 3

		Ниже базового – 0
5	Заключение	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
6	Список использованных источников	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 23 до 30;

«хорошо» – при сумме баллов от 15 до 22;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 8 до 14;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 8.

4. В процессе выполнения курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные сведения:

– студенты получают вариант по теме курсовой работы в течение двух первых недель обучения;

– проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

– защита курсовой работы проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада и презентации на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы;

– работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

– курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Содержание рабочих программ дисциплин ежегодно обновляется протоколами заседаний кафедры по утвержденной «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным



программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов» форме.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров 09.04.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Информационное и программное обеспечение автоматизированных систем

Кафедра «Электронные вычислительные машины»

Дисциплина «Вычислительные системы»

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

*1. Вопрос для проверки уровня показателя «ЗНАТЬ» – 0 или 2 балла:*

Способы обеспечения параллелизма в вычислительных системах.

*2. Типовое задание для проверки уровня показателя «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:*

Произвести выбор вычислительной системы для решения задачи умножения двух векторов размерности  $n$  из множества «векторные, матричные, ассоциативные, систолические вычислительные системы».

*3. Усложненное задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:*

Составить ориентированный граф решения задачи нахождения суммы последовательности числовых значений.

**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» – при сумме баллов 5;

«хорошо» – при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» – при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: профессор \_\_\_\_\_ О.Л. Ахремчик

Заведующий кафедрой ЭВМ \_\_\_\_\_ А.Р. Хабаров